

Rec'd PCT/PTO 24 DEC 2004

PCT/JP 03/07311

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10.06.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 7月 5日

出願番号
Application Number: 特願2002-197487
[ST. 10/C]: [JP2002-197487]

REC'D 25 JUL 2003

WIPO PCT

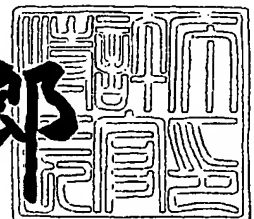
出願人
Applicant(s): 株式会社村田製作所

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



Best Available Copy

【書類名】 特許願
【整理番号】 20020141
【提出日】 平成14年 7月 5日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01S 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
株式会社村田製作所内

【氏名】 中西 基

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
株式会社村田製作所内

【氏名】 石井 徹

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
株式会社村田製作所内

【氏名】 西村 哲

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100084548

【弁理士】

【氏名又は名称】 小森 久夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013550

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004875

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーダ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 探知信号の送受信を行うとともに、所定走査角範囲に亘って探知用電波のビーム方位を変化させる走査手段と、前記ビーム方位の変化にともなう所定距離離れた位置における方位方向の受信信号強度の変化を信号強度プロファイルとして求める手段と、前記走査角範囲の最外角付近に現れる山形の一部をなす前記信号強度プロファイルから、該信号強度プロファイルを生じさせた物標の方位を推定する推定手段とを設けたレーダ。

【請求項 2】 前記推定手段は、少なくとも 2 つのビーム方位における受信信号強度の比から、前記物標の方位を推定する請求項 1 に記載のレーダ。

【請求項 3】 前記 2 つのビーム方位における受信信号強度の比と前記ビームを形成するアンテナの指向特性とに基づいて前記物標の反射強度を求める手段を設けた請求項 2 に記載のレーダ。

【請求項 4】 前記推定手段は、前記最外角から、アンテナの利得が所定のしきい値以上となるビーム幅の $1/2$ 幅の方位範囲内で、受信信号強度が前記しきい値以上となるビームの本数と、その内の少なくとも 1 本の受信信号強度とから、前記物標の方位を推定する請求項 1 に記載のレーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、所定の走査範囲に亘ってビームの走査を行うレーダに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、ミリ波帯を用いた車載用レーダとして、ビームの方位を所定走査範囲に亘って変化させるようにしたものが開発されている。このようなレーダは、探知信号の送受信を行うとともにビームの走査を行って、受信信号強度の変化から物標の方位を検知するようにしている。例えば特開 2000-180532 では、

方位方向の受信信号強度の変化を求めた際、1つの山形の受信信号強度の変化パターンが現れた時、受信信号強度がピークとなる方位を物標の方位として検知するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、このようなビームの走査によって生じる受信信号強度の変化（信号強度プロファイル）に現れる山形のパターンを基に物標の方位を検知する方法では、信号強度プロファイルに山形のピーク部分が現れない物標については、その方位が検知できない。例えば、ビームの走査角範囲の最も外側である最外角の方位に物標が存在するような場合、山形の片側だけの信号強度プロファイルが得られる。また、この最外角より外側に物標が存在していても、その方位がビームの幅で捉えられるほど最外角に近接しているような場合、山形の一部だけの信号強度プロファイルが得られる。しかし、いずれの場合も、走査角範囲より外側に存在する物標の陰が走査角範囲内に写り込むだけであり、信号強度プロファイルの山形のピーク位置を検知できないので、物標の方位を検知できない。

【0004】

この発明の目的は、ビームの走査角範囲外で、該ビームの走査範囲に近接する物標の方位についても検知できるようにしたレーダを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

所定走査角範囲に近接する物標が存在するとき、その物標からの反射波によって、走査角範囲の最外角付近に山形の一部をなす信号強度プロファイルが得られる。この発明は、その山形の一部をなす信号強度プロファイルから、それに近似する物標の方位を推定することを特徴としている。このことにより、走査角範囲よりも広い範囲に亘って物標の方位を検知する。

【0006】

またこの発明は、前記山形の一部をなす信号強度プロファイルのうち少なくとも2つのビーム方位における受信信号強度の比から物標の方位を推定することを特徴としている。このことにより、少ないデータ量から、且つ簡単な演算により

、物標方位を推定する。

【0007】

またこの発明は、前記2つのビーム方位における受信信号強度の比とアンテナの指向特性とに基づいて、物標の反射強度を求めることを特徴としている。このことにより、走査角範囲の最外角より外側で最外角に近接する物標について、その方位だけでなく概略の大きさを検知する。

【0008】

また、この発明は、前記推定手段が、前記最外角から、アンテナの利得が所定のしきい値以上となるビーム幅の1/2幅の方位範囲内で、受信信号強度が前記しきい値以上となるビームの本数と、その内の少なくとも1本の受信信号強度とから物標の方位を推定することを特徴としている。このことにより、簡単な処理で走査角範囲に近接する物標の方位を推定可能とする。

【0009】

【発明の実施の形態】

この発明の実施形態に係る車載用ミリ波レーダの構成を各図を参照して説明する。

図1はレーダの構成を示すブロック図である。図1において、1はRFブロック、2は信号処理ブロックである。RFブロック1は、ミリ波の探知用電波を送受信し、送信波と受信波とのビート信号を信号処理ブロック2へ出力する。信号処理ブロック2の変調カウンタ11は、DAコンバータ10から結果的に三角波信号を発生させるためのカウントを行い、その値をDAコンバータ10へ出力する。DAコンバータ10は、それをアナログ電圧信号に変換してRFブロック1のVCO（電圧制御発振器）8へ与える。これにより送信波をFM変調する。すなわち、VCO8の発振信号はアイソレータ7、カップラ6、サーキュレータ5を介して1次放射器4へ供給される。この1次放射器4は、誘電体レンズ3の焦点面または焦点面付近にあって、誘電体レンズ3は、1次放射器4から放射されるミリ波信号を鋭いビームとして送信する。この1次放射器4と誘電体レンズ3とによってアンテナを構成している。

【0010】

車両などの物標からの反射波が誘電体レンズ 3 を介し 1 次放射器 4 へ入射されると、受信信号がサーキュレータ 5 を介してミキサ 9 へ導かれる。ミキサ 9 には、この受信信号とカプラ 6 からの送信信号の一部であるローカル信号とを入力して、その周波数差の信号に相当するビート信号を中間周波信号として信号処理ブロック 2 の A/D コンバータ 12 へ出力する。A/D コンバータ 12 は、これをデジタルデータに変換する。DSP (デジタル信号処理装置) 13 は、A/D コンバータ 12 から入力したデータ列を FFT (高速フーリエ変換) 処理して、物標の相対距離および相対速度を算出し、これらを出力回路 15 を介してホスト装置へ出力する。

【0011】

RF ブロック 1 内の 16 で示す部分は、1 次放射器 4 を誘電体レンズ 3 の焦点面またはそれに平行な面内を平行移動させるスキャンユニットである。この 1 次放射器 4 が設けられている可動部と固定部側との間に 0 dB カプラを構成している。M で示す部分は、その駆動用モータを示している。このモータによって、例えば 100 ms 周期で -10.0° から $+10.0^{\circ}$ の範囲を 0.5° ステップでビーム走査する。

信号処理ブロック 2 内の 14 は、変調カウンタ 11 およびスキャンユニット 16 を制御するマイクロプロセッサである。このマイクロプロセッサ 14 は、スキャンユニット 16 に対してビーム方位を所定角度に向けるとともに、その静止時間内に上り区間と下り区間の一山分の三角波で VCO 8 を変調するように、カウンタ周期を定める。

【0012】

図 2 は上記アンテナの指向特性を示している。ここで、o はアンテナの位置、P は指向特性のパターンを示している。このパターンは、o を 0 とし、そこから放射方向に伸びる長さによって、アンテナの利得を現している。

【0013】

図 3 は、図 2 に示したアンテナの指向特性を直角座標で現したものである。ここで横軸はビームの方位、縦軸は、方位 0° (前方方向) の利得を 0 dB とした時の相対利得である。例えば、ビームの方位が $+2^{\circ}$ または -2° の時、相対利

得は -5 dB となり、ビームの方位が $+4^\circ$ または -4° の時、相対利得は -18 dB となる。ここで、相対利得 -27.5 dB をしきい値として、それより受信信号強度の高い信号を信号成分、低い信号をノイズ成分と見なす処理を行うこととすれば、1本のビーム幅は $-5^\circ \sim +5^\circ$ の幅、すなわち 10° となる。

【0014】

従来のように、ビーム方位の変化に伴う受信信号強度の変化を信号強度プロファイルとして求め、その一続きの受信信号強度分布のうち単純に強度が最大となる方位を物標の方位として検知する処理を行えば、例えば走査角範囲を $-10^\circ \sim +10^\circ$ とした場合、 $-15^\circ \sim -10^\circ$ の物標は全て -10° に存在しているものと認識され、 $+10^\circ \sim +15^\circ$ の物標は全て $+10^\circ$ に存在しているものと認識されてしまう。

【0015】

しかし、ビームの走査角範囲の最外角のビームで得られる受信信号強度と、その1ビーム分または複数ビーム分内側のビームで得られる受信信号強度との比は、最外角付近で、最外角より外側に存在する物標の方位によって決まる。したがって、この受信信号強度の比を求めることによって、その物標の方位を推測することができる。

【0016】

図4は、図3に示した特性を数値で表したものである。ここで「ビーム往復での相対利得」は、ビームの走査角範囲でビームの方位を往復させるとともに、その往動時の相対利得と復動時の相対利得との dB 差である。したがってその値は「相対利得」の2倍の値である。また「 0.5° 内側のビームとの利得差」は、上記「往復での相対利得」の 0.5° 内側のビームとの間で求めた、 dB 差である。

【0017】

図5はビームの走査角範囲と、その最外角より外側で最外角付近に存在する物標の位置関係を示している。この例では、物標が最外角 10° より更に 2° 分外側である $+12^\circ$ の方位に存在している。

【0018】

図6はビーム方位の変化に対する受信信号強度の変化の例を示している。このように、最外角 10.0° に近づくほど受信信号強度が高くなり、この信号強度プロファイルは、同図に示すように山形の一部をなす。

【0019】

この例のように走査角範囲 $-10^\circ \sim +10^\circ$ を、角度間隔 0.5° で走査した場合、 $+12^\circ$ の位置に存在する物標は、 $+10^\circ$ のビームに対して相対的に $+2^\circ$ の位置に存在するため、図4に示したように、往復での相対利得は -10 dBとなる。またこの物標は、 $+9.5^\circ$ のビームに対して、相対的に $+2.5^\circ$ の方位に存在するため、往復での相対利得は -15 dBとなる。したがってこの両者の受信信号強度の比（dBでは差）は 5 dBとなる。

【0020】

この関係を逆に用いると、最外角 10.0° のビームでの受信信号強度と、 9.5° のビームでの受信信号強度との比により物標の方位を推測することができる。

【0021】

図7は物標の方位を 11.0° 、 12.0° 、 13.0° の3通りに変化させた時の、最外角ビームと、その1つ内側のビームでの受信信号強度の比の変化の例を示している。上述したように、物標の方位が 12° であれば、上記受信信号強度の比は 5.0 dBとなるが、物標の方位が 11.0° であれば、その信号強度比は 3.0 dB、物標の方位が 13° であれば信号強度比は 7.0 dBとなる。

【0022】

図8は図4より、+側の最外角（ $+10.0^\circ$ ）のビームと、その1つ内側（ $+9.5^\circ$ ）のビームとの受信信号強度の比を導出したものである。上述の例で、最外角のビームとその1つ内側のビームでの受信信号強度の比が 5 dBであるので、図8から、物標の方位は $+12^\circ$ であることが推測できる。

なお、図8では、+の方位について示したが、-の方位についても同様である。

【0023】

また、これらの関係を用いれば、推測した方位に存在する物標にビームを照射したと仮定した時の受信信号強度を推測することができる。物標の方位が 12.0° であれば、最外角 10.0° に対する相対角度が 2.0° であるので、図 3 より、ビームの方位が最外角 10.0° である時に比べて、往復での相対利得は -10 dB となる。従って、仮に 12.0° の方向にビームを照射した時には、ビームの方位が 10.0° である時に検出された受信信号強度より 10 dB だけ大きい受信信号が検出されることになる。このことより最外角ビームでの受信信号強度から物標の方位にビームを向けた場合の受信信号強度および散乱断面積を推測することができる。すなわち、物標の概略の大きさが検知できる。ここで、「散乱断面積」とは、物標の電波を反射させる能力を、半径 $r\text{ [m]}$ の球体の断面積 $\pi r^2\text{ [m}^2\text{]}$ に換算したものであり、ミリ波レーダにおいて乗用車は約 $10\text{ [m}^2\text{]}$ 、二輪車は 約 $1\text{ [m}^2\text{]}$ である。

【0024】

次に、第 2 の実施形態に係るレーダについて説明する。ハードウェアの構成は第 1 の実施形態の場合と同様である。

アンテナの利得が所定のしきい値以上となる方位方向の幅をビーム幅とし、そのビーム幅より狭い角度間隔でビームを走査した場合、最外角より外側に物標が存在していれば、最外角から内側の複数本のビームについて受信信号強度が所定のしきい値を超える。

第 2 の実施形態に係るレーダでは、このビームの本数と受信信号強度とに基づいて物標の方位を推定する。

【0025】

図 9 はビーム方位の変化に対する受信信号強度の変化の例を示している。このように、最外角 10.0° に近づくほど受信信号強度が高くなり、この信号強度プロファイルは、同図に示すように山形の一部をなす。

【0026】

この例では、受信信号強度がしきい値を超えるビームの本数は最外角 10.0° を含めて 4 本である。

例えばビーム間隔を 0.5° とし、 $-10.0^\circ \sim +10.0^\circ$ の範囲を 41

本のビームで走査する場合、しきい値を超えるビームに対し内側から # 1, # 2, # 3 . . . と順にビーム番号を付け、しきい値を超える受信信号強度 ΔP (dB) を求める。図 10 は、先につけたビーム番号、受信信号強度 ΔP 、および物標の方位の関係を示している。

【0027】

例えば受信信号強度がしきい値を超えているビームの本数が 4 本であり、最外角ビーム (# 4) の受信信号強度 ΔP が 20 dB の場合、物標の方位は $11.5^\circ \sim 12.0^\circ$ の範囲に存在しているものと推定できる。

【0028】

【発明の効果】

この発明によれば、所定走査角範囲に近接する物標が存在するとき、走査角範囲の最外角付近に山形の一部をなす信号強度プロファイルを得て、この信号強度プロファイルから、それに近似する物標の方位を推定するので、走査角範囲よりも広い範囲に亘って物標の方位が検知できるようになる。

【0029】

またこの発明によれば、少なくとも 2 つのビーム方位における受信信号強度の比から物標の方位を推定するようにしたので、少ないデータ量から、且つ簡単な演算により物標方位の推定が可能となる。

【0030】

またこの発明によれば、前記 2 つのビーム方位における受信信号強度の比とアンテナの指向特性とに基づいて、物標の反射強度を求めるようにしたので、走査角範囲の最外角より外側で最外角に近接する物標について、その方位だけでなく概略の大きさを検知することができる。

【0031】

また、この発明によれば、最外角から、アンテナの利得が所定のしきい値以上となるビーム幅の $1/2$ 幅の方位範囲内で、受信信号強度が前記しきい値以上となるビームの本数と、その内の少なくとも 1 本の受信信号強度とから物標の方位を推定するようにしたので、簡単な処理で走査角範囲に近接する物標の方位を推定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態に係るレーダの構成を示すブロック図

【図2】 同レーダのアンテナの指向特性を示す図

【図3】 同アンテナの指向特性を直角座標で表した図

【図4】 同アンテナの方位角と利得等との関係を示す図

【図5】 ビームの走査範囲と物標の位置関係を示す図

【図6】 ビームの方位角変化に伴う受信信号強度の変化の例を示す図

【図7】 物標の方位を変化させた時の最外角ビームと1つ内側のビームでの受信信号強度の差の変化を示す図

【図8】 最外角ビームとその1つ内側のビームでの受信信号強度の差の関係を
示す図

【図9】 受信信号強度がしきい値を超えるビームの本数の例を示す図

【図10】 受信信号強度がしきい値を超えるビームの本数、最外角ビームでの
受信信号強度、および物標の推定方位の関係を示す図

【符号の説明】

1－RFブロック

2－信号処理ブロック

3－誘電体レンズ

4－1次放射器

5－サーキュレータ

6－カプラ

7－アイソレータ

8－VCO

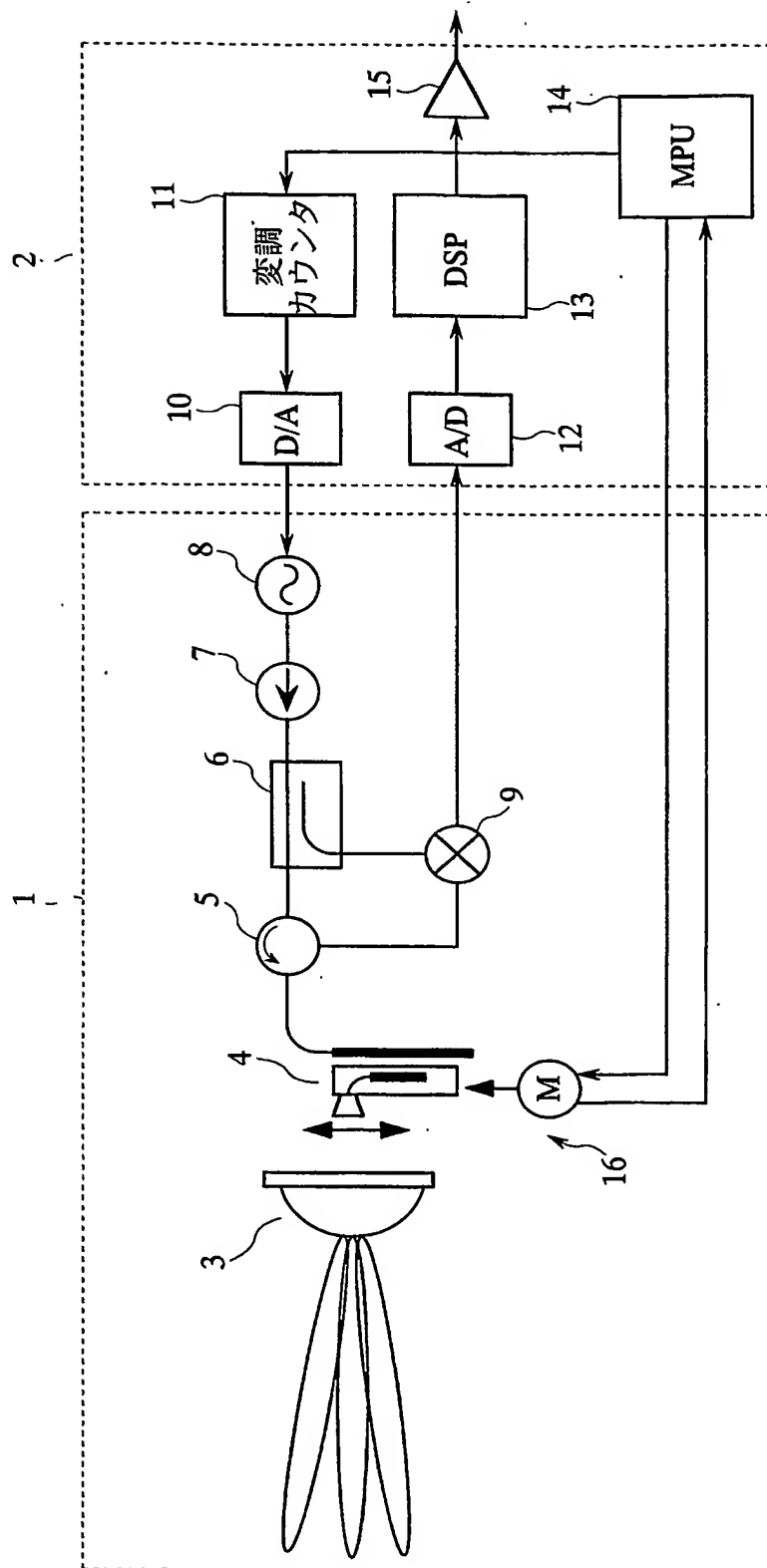
9－ミキサ

15－出力回路

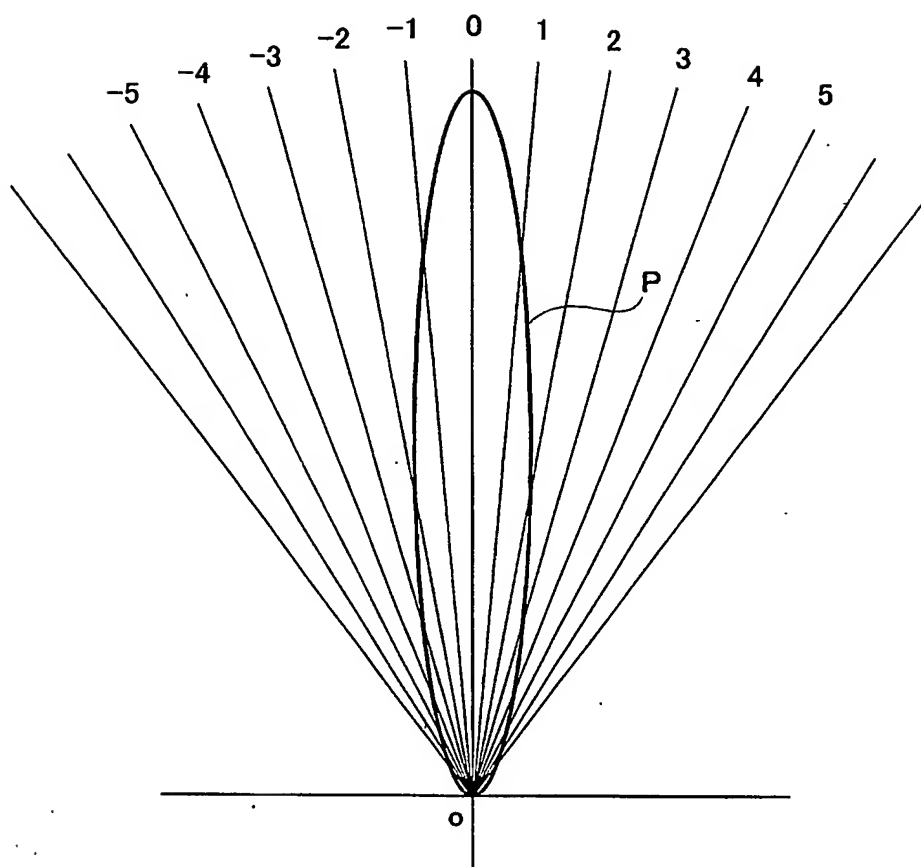
16－スキャンユニット

【書類名】 図面

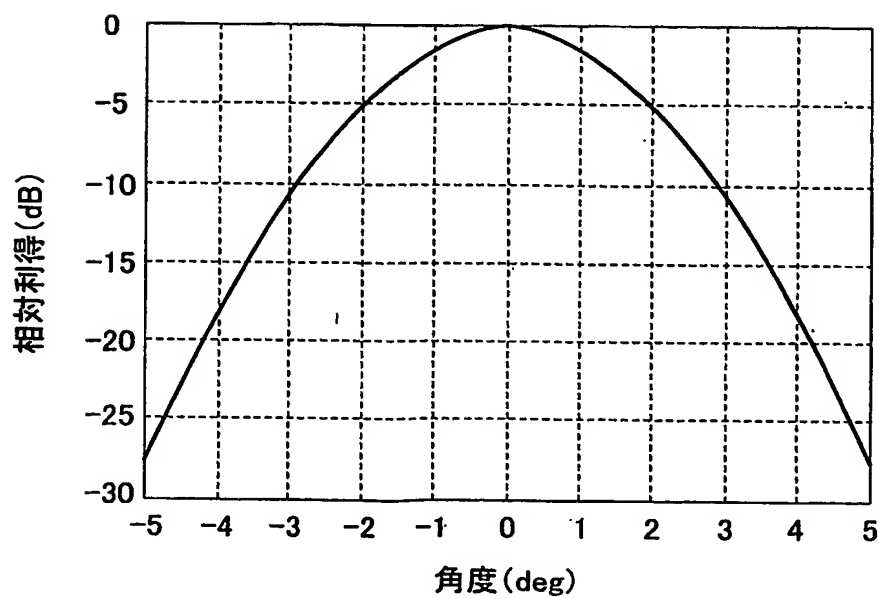
【図1】



【図 2】



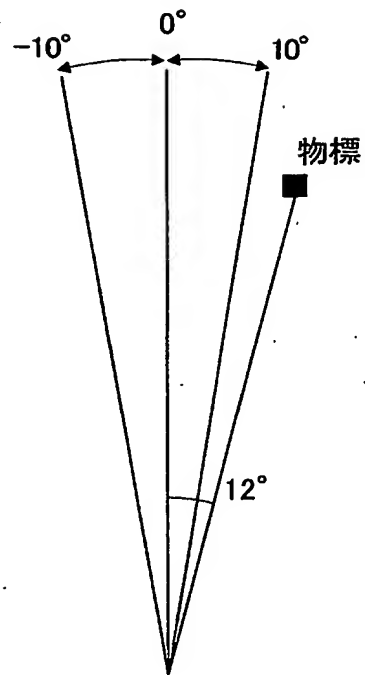
【図 3】



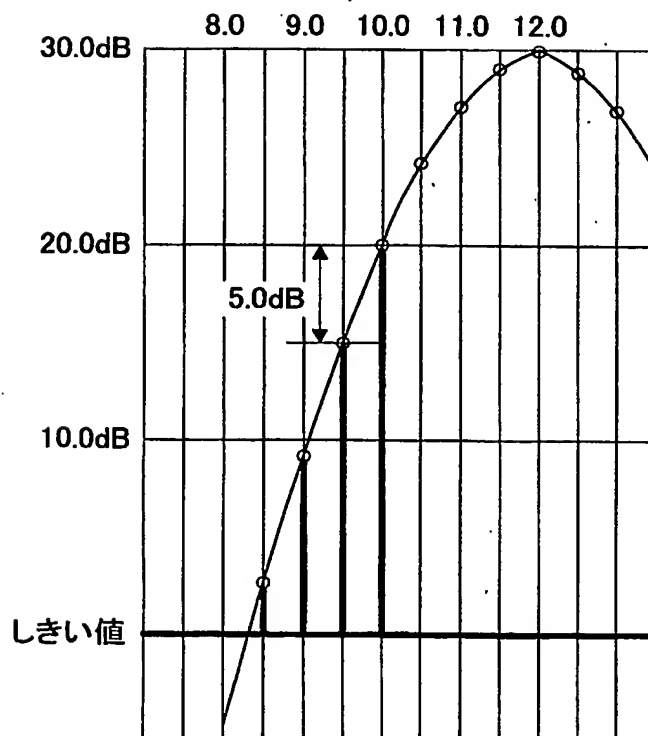
【図 4】

角度 (deg)	相対利得 (dB)	ビーム往復で の相対利得 (dB)	0.5° 内側の ビームとの 利得差(dB)
-5	-27.5	-55.00	10.00
-4.5	-22.5	-45.00	9.00
-4	-18	-36.00	8.00
-3.5	-14	-28.00	7.00
-3	-10.5	-21.00	6.00
-2.5	-7.5	-15.00	5.00
-2	-5	-10.00	4.00
-1.5	-3	-6.00	3.00
-1	-1.5	-3.00	2.00
-0.5	-0.5	-1.00	1.00
0	0.00	0.00	
0.5	-0.50	-1.00	1.00
1	-1.50	-3.00	2.00
1.5	-3.00	-6.00	3.00
2	-5.00	-10.00	4.00
2.5	-7.50	-15.00	5.00
3	-10.50	-21.00	6.00
3.5	-14.00	-28.00	7.00
4	-18.00	-36.00	8.00
4.5	-22.50	-45.00	9.00
5	-27.50	-55.00	10.00

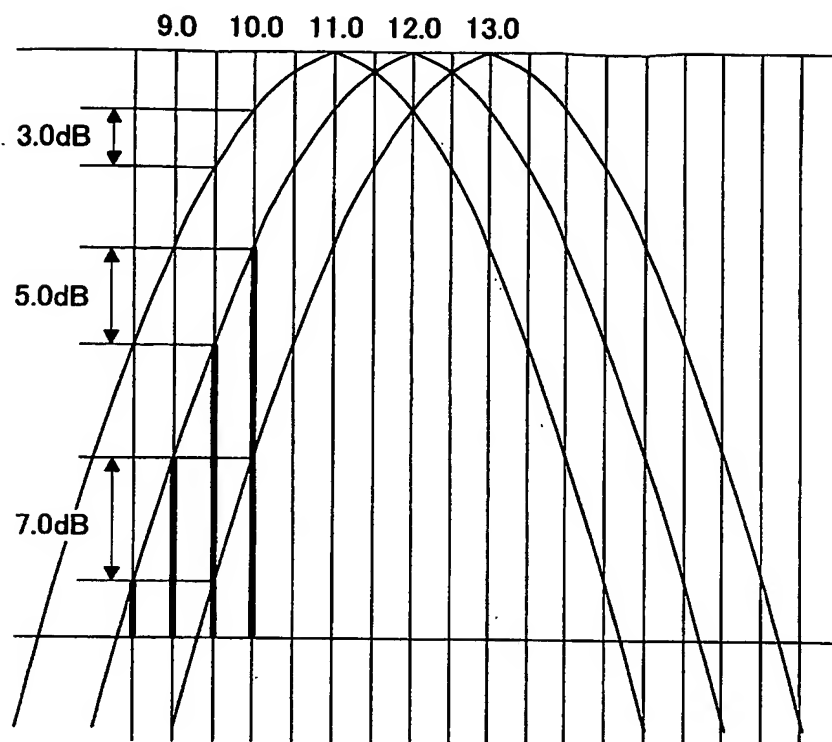
【図 5】



【図 6】



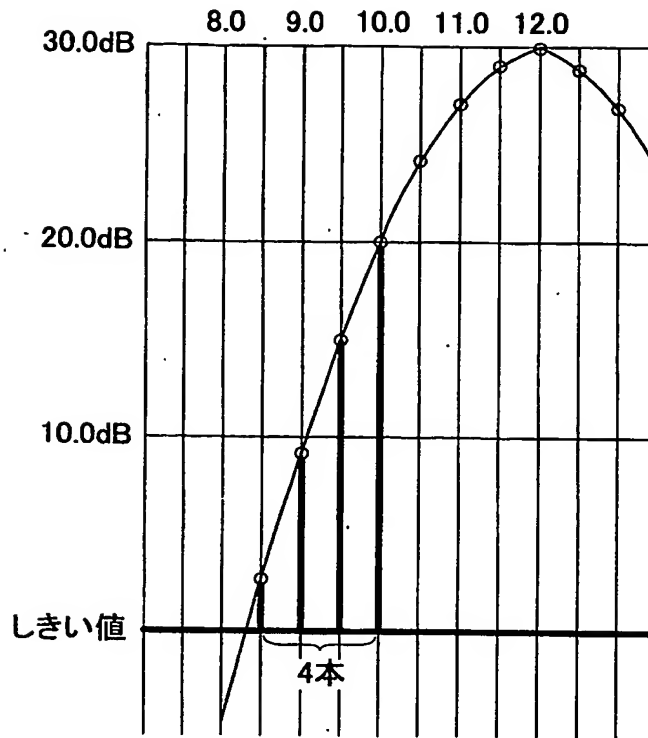
【図 7】



【図 8】

角度(deg)	レベル差(dB)
10	~1.5
10.5	1.5~2.5
11	2.5~3.5
11.5	3.5~4.5
12	4.5~5.5
12.5	5.5~6.5
13	6.5~7.5
13.5	7.5~8.5
14	8.5~9.5
14.5	9.5~

【図 9】



【図 10】



	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	
ビーム番号 ↓	# 1	0-1	0-2	0-3	0-4	0-5	0-6	0-7	0-8	0-9	0-10
	# 2	1-3	2-5	3-7	4-9	5-11	6-13	7-15	8-17	9-19	
	# 3	3-6	5-9	7-12	9-15	11-18	13-21	15-24	17-27		
	# 4	6-10	9-14	12-18	15-22	18-26	21-30	24-34			
	# 5	10-15	14-20	18-25	22-30	26-35	30-40				
	# 6	15-21	20-27	25-33	30-39	35-45					
	# 7	21-28	27-35	33-42	39-49						
	# 8	28-36	35-44	42-52							
	# 9	36-45	44-54								
	# 10	45-55									

【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 探知信号の送受信を行うとともに、所定走査角範囲に亘ってビーム方位を変化させるレーダにおいて、ビームの走査角範囲外で、該ビーム走査範囲に近接する物標の方位についても検知できるようにしたレーダを提供する。

【解決手段】 所定走査角範囲に亘るビーム方位の変化に伴って生じる、方位方向の受信信号強度変化（信号強度プロファイル）を求め、走査角範囲の最外角付近に現れる山形の一部をなす信号強度プロファイルからその信号強度プロファイルを生じさせた物標の方位を推定する。例えば最外角 10.0° での受信信号強度と、1本分内側の 9.5° での受信信号強度との比から物標の方位を推定する。

【選択図】 図 6

特願 2002-197487

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006231]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名

株式会社村田製作所